

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

#5

1c929 U.S. PTO  
09/918438  
08/01/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日  
Date of Application: 2000年 8月 2日

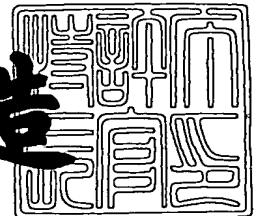
出願番号  
Application Number: 特願2000-234824

出願人  
Applicant(s): 日本電気株式会社

2001年 6月12日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3055030

【書類名】 特許願

【整理番号】 45701601

【提出日】 平成12年 8月 2日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04J 14/02

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都港区芝5丁目7番1号  
                        日本電気株式会社内

    【氏名】 道下 幸雄

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都港区芝5丁目7番1号  
                        日本電気株式会社内

    【氏名】 村上 博朗

【特許出願人】

    【識別番号】 000004237

    【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100099830

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 西村 征生

    【電話番号】 048-825-8201

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 038106

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9407736

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 波長分割多重伝送システム、及びこの波長分割多重伝送システムにおけるチャンネルの増設方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】  $n$ チャンネル ( $n$  ; 4以上の整数) の信号光を  $x$ チャンネル ( $2 \leq x < n$ ) 毎にグループ化すると共に前記各グループ毎に制御光を挿入し、前記各グループ毎の信号光のチャンネル数に応じて前記制御光のパワーを調整することにより、伝送用の合波信号光のレベルが中継伝送路に対して最適なレベルに設定されていることを特徴とする波長分割多重伝送システム。

【請求項2】  $n$ チャンネル ( $n$  ; 4以上の整数) の入力電気信号をそれぞれ入力し、異なる波長の  $n$ チャンネルの搬送用の信号光を前記各入力電気信号でそれぞれ変調することにより、 $n$ チャンネルの第1の信号光を生成する光送信器群と、

前記  $n$ チャンネルの第1の信号光を  $x$ チャンネル ( $2 \leq x < n$ ) 毎にグループ化し、各グループ毎の前記第1の信号光を合波して  $n/x$ 系統の第1の合波信号光を生成する光合波器群と、

前記グループ毎の第1の信号光のうちの1つの信号光と同一波長の  $n/x$ 系統の制御光を前記第1の合波信号光の光パワーのレベルに基づいたレベルで前記グループ毎に生成する制御光生成部群と、

前記  $n/x$ 系統の第1の合波信号光と前記  $n/x$ 系統の制御光とを合波して第2の合波信号光を生成する光合波器と、

前記第2の合波信号光を伝送する中継伝送路と、

前記中継伝送路を介して伝送された前記第2の合波信号光を前記各波長毎に分波して  $n$ チャンネルの第2の信号光を生成する光分波器と、

前記  $n$ チャンネルの第2の信号光を受信して  $n$ チャンネルの出力電気信号に復調する光受信器群とを備え、

前記第2の合波信号光の光パワーのレベルは、

前記制御光生成部群で前記各グループ毎の信号光の光パワーのレベルに対して相補的なレベルで前記制御光のパワーを調整することにより、前記中継伝送路における波長特性が平坦になるレベルに設定されていることを特徴とする波長分割

多重伝送システム。

【請求項3】 前記中継伝送路は、

前記合波器で生成された第2の合波信号光を増幅して伝送するエルビウム・ドープト・ファイバ増幅器を有することを特徴とする請求項1又は2記載の波長分割多重伝送システム。

【請求項4】  $n$ チャンネル ( $n$ ; 4以上の整数)の信号光を  $x$ チャンネル ( $2 \leq x < n$ ) 毎にグループ化すると共に前記各グループ毎に制御光を挿入し、前記各グループ毎の信号光のチャンネルの増設に応じて前記制御光のパワーを調整することにより、伝送用の合波信号光のレベルを中継伝送路に対して最適なレベルに設定することを特徴とする波長分割多重伝送システムにおけるチャンネルの増設方法。

【請求項5】  $n$ チャンネル ( $n$ ; 4以上の整数)の入力電気信号を入力し、それぞれ異なる波長の  $n$ チャンネルの搬送用の信号光を前記入力電気信号で変調することにより、 $n$ チャンネルの第1の信号光を生成する第1の信号光生成処理と、

前記  $n$ チャンネルの第1の信号光を  $x$ チャンネル ( $2 \leq x < n$ ) 毎にグループ化し、各グループ毎の前記第1の信号光を合波して  $n/x$ 系統の第1の合波信号光を生成する第1の合波信号光生成処理と、

前記グループ毎の第1の信号光のうちの1つの信号光と同一波長の  $n/x$ 系統の制御光を前記第1の合波信号光の光パワーのレベルに基づいたレベルで前記グループ毎に生成する制御光生成処理と、

前記  $n/x$ 系統の第1の合波信号光と前記  $n/x$ 系統の制御光とを合波して第2の合波信号光を生成する第2の合波信号光生成処理と、

前記第2の合波信号光を中継伝送路を介して伝送する伝送処理と、

前記伝送された前記第2の合波信号光を前記各波長毎に分波して  $n$ チャンネルの第2の信号光を生成する第2の信号光生成処理と、

前記  $n$ チャンネルの第2の信号光を受信して  $n$ チャンネルの出力電気信号に復調する出力電気信号復調処理とを行い、

前記第2の合波信号光の光パワーのレベルは、

前記制御光生成処理で前記各グループ毎の信号光のチャンネルの増設に応じて前

記制御光のパワーを調整することにより、前記中継伝送路における波長特性が平坦になるレベルに設定されていることを特徴とする波長分割多重伝送システムにおけるチャンネルの増設方法。

【請求項6】 前記中継伝送路は、

前記光合波器で生成された第2の合波信号光を増幅して伝送するエルビウム・ドープト・ファイバ増幅器を有することを特徴とする請求項4又は5記載の波長分割多重伝送システムにおけるチャンネルの増設方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、例えば、インターネットを介して大容量の情報を伝送する場合などに用いられる波長分割多重 (Wavelength Division Multiplexing、以下、「WDM」という) 伝送システムに係り、加入者の増加や需要に応じて多重チャンネル数が少数から漸次増加する場合に用いて好適なWDM伝送システム、及びこのWDM伝送システムにおけるチャンネルの増設方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

インターネット等の普及により、今後、伝送が必要な情報量の大幅な増加が予想されている。このような場合に用いられるWDM伝送システムは、波長の異なる光は互いに干渉しないという性質を利用し、複数のデータを波長の異なる複数の搬送用の信号光によって多重化して光ファイバ・ケーブルで伝送するものであり、各データを個別の光ファイバ・ケーブルを介して伝送する場合に比較して1本の光ファイバ・ケーブル上で伝送する情報量を飛躍的に増大させることができるものである。

【0003】

この種のWDM伝送システムは、従来では例えば図10に示すように、光送信器 $1_1, 1_2, \dots, 1_{32}$ 、光合波器2、中継伝送路3、光分波器4、及び光受信器 $5_1, 5_2, \dots, 5_{32}$ を備えている。光送信器 $1_1, 1_2, \dots, 1_{32}$ は、入力電気信号 $i_1, i_2, \dots, i_{32}$ をそれぞれ入力し、異なる波長の32チャンネルの搬送

用の信号光を入力電気信号  $i_1, i_2, \dots, i_{32}$  でそれぞれ変調することにより、32チャンネルの信号光  $A_1, A_2, \dots, A_{32}$  を生成する。光合波器2は、信号光  $A_1, A_2, \dots, A_{32}$  を合波して1系統の合波信号光Bを生成する。中継伝送路3は、光ファイバ・ケーブル3a及びエルビウム・ドープト・ファイバ増幅器 (Erbium-Doped Fiber Amplifier、以下、「EDFA」という)  $3b_1, 3b_2, \dots, 3b_m$  (但し、 $m$ ; 整数) で構成され、合波信号光Bを伝送する。光分波器4は、中継伝送路3を介して伝送された合波信号光Bを各波長毎に分波して32チャンネルの信号光  $C_1, C_2, \dots, C_{32}$  を生成する。光受信器  $5_1, 5_2, \dots, 5_{32}$  は、信号光  $C_1, C_2, \dots, C_{32}$  を受信して32チャンネルの出力電気信号  $D_1, D_2, \dots, D_{32}$  に復調する。

【0004】

このWDM伝送システムでは、入力電気信号  $i_1, i_2, \dots, i_{32}$  が光送信器  $1_1, 1_2, \dots, 1_{32}$  にそれぞれ入力され、異なる波長 (例えば、波長間隔が  $0.4 \text{ nm}$ ) の32チャンネルの搬送用の信号光が入力電気信号  $i_1, i_2, \dots, i_{32}$  でそれぞれ変調され、信号光  $A_1, A_2, \dots, A_{32}$  が生成される。信号光  $A_1, A_2, \dots, A_{32}$  は光合波器2で合波され、同光合波器2から合波信号光Bが出力される。合波信号光Bは中継伝送路3を介して光分波器4へ伝送されて各波長毎に分波され、同光分波器4から信号光  $C_1, C_2, \dots, C_{32}$  が出力される。この場合、中継伝送路3では、合波信号光Bのレベルが光ファイバ・ケーブル3a中で減衰するので、EDFA  $3b_1, 3b_2, \dots, 3b_m$  で増幅されて補正される。信号光  $C_1, C_2, \dots, C_{32}$  は、光受信器  $5_1, 5_2, \dots, 5_{32}$  で受信されて復調され、同光受信器  $5_1, 5_2, \dots, 5_{32}$  から出力電気信号  $D_1, D_2, \dots, D_{32}$  が出力される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来のWDM伝送システムでは、次のような問題点があった。

すなわち、このWDM伝送システムでは、同WDM伝送システムが構築された当初から入力電気信号  $i_1, i_2, \dots, i_{32}$  の全てが入力されることは少なく

、加入者の増加や需要に応じて少数から漸次増加することが多い。そのため、初期の段階では、信号光 A 1, A 2, …, A 3 2 のうちの一部が中継伝送路 3 に入力されて伝送され、信号光のチャンネル数が徐々に増加することになる。このとき、チャンネル数の増加に従って中継伝送路 3 に入力される光のパワーが増加し、このパワーのレベルによっては E D F A 3 b 1, 3 b 2, …, 3 b m の波長特性が平坦にならず、合波信号光 B に含まれる信号光 C 1, C 2, …, C 3 2 のうちの波長が短いものほど中継伝送路 3 の出力側のレベルが低下することがある。このとき、光受信器 5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, …, 5<sub>32</sub> に対する入力レベルが不足し、出力電気信号 D 1, D 2, …, D 3 2 のうちの一部のレベルが低下したり、出力されないことがあるという問題があった。

【 0 0 0 6 】

この発明は、上述の事情に鑑みてなされたもので、波長の異なる複数の光信号を合波しても、出力側のレベルがチャンネル数の影響を受けない WDM 伝送システム、及びこの WDM 伝送システムにおけるチャンネルの増設方法を提供することを目的としている。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、請求項 1 記載の発明は、WDM 伝送システムに係り、n チャンネル (n ; 4 以上の整数) の信号光を x チャンネル ( $2 \leq x < n$ ) 毎にグループ化すると共に前記各グループ毎に制御光を挿入し、前記各グループ毎の信号光のチャンネル数に応じて前記制御光のパワーを調整することにより、伝送用の合波信号光のレベルが中継伝送路に対して最適なレベルに設定されていることを特徴としている。

【 0 0 0 8 】

請求項 2 記載の発明は、WDM 伝送システムに係り、n チャンネル (n ; 4 以上の整数) の入力電気信号をそれぞれ入力し、異なる波長の n チャンネルの搬送用の信号光を前記各入力電気信号でそれぞれ変調することにより、n チャンネルの第 1 の信号光を生成する光送信器群と、前記 n チャンネルの第 1 の信号光を x チャンネル ( $2 \leq x < n$ ) 毎にグループ化し、各グループ毎の前記第 1 の信号光を合波して



n/x 系統の第 1 の合波信号光を生成する光合波器群と、前記グループ毎の第 1 の信号光のうちの 1 つの信号光と同一波長の n/x 系統の制御光を前記第 1 の合波信号光の光パワーのレベルに基づいたレベルで前記グループ毎に生成する制御光生成部群と、前記 n/x 系統の第 1 の合波信号光と前記 n/x 系統の制御光とを合波して第 2 の合波信号光を生成する光合波器と、前記第 2 の合波信号光を伝送する中継伝送路と、前記中継伝送路を介して伝送された前記第 2 の合波信号光を前記各波長毎に分波して n チャンネルの第 2 の信号光を生成する光分波器と、前記 n チャンネルの第 2 の信号光を受信して n チャンネルの出力電気信号に復調する光受信器群とを備え、前記第 2 の合波信号光の光パワーのレベルは、前記制御光生成部群で前記各グループ毎の信号光の光パワーのレベルに対して相補的なレベルで前記制御光のパワーを調整することにより、前記中継伝送路における波長特性が平坦になるレベルに設定されていることを特徴としている。

【 0 0 0 9 】

請求項 3 記載の発明は、請求項 1 又は 2 記載の WDM 伝送システムに係り、前記中継伝送路は、前記光合波器で生成された第 2 の合波信号光を増幅して伝送する EDFA を有することを特徴としている。

【 0 0 1 0 】

請求項 4 記載の発明は、WDM 伝送システムにおけるチャンネルの増設方法に係り、n チャンネル (n ; 4 以上の整数) の信号光を x チャンネル ( $2 \leq x < n$ ) 毎にグループ化すると共に前記各グループ毎に制御光を挿入し、前記各グループ毎の信号光のチャンネルの増設に応じて前記制御光のパワーを調整することにより、伝送用の合波信号光のレベルを中継伝送路に対して最適なレベルに設定することを特徴としている。

【 0 0 1 1 】

請求項 5 記載の発明は、WDM 伝送システムにおけるチャンネルの増設方法に係り、n チャンネル (n ; 4 以上の整数) の入力電気信号を入力し、それぞれ異なる波長の n チャンネルの搬送用の信号光を前記入力電気信号で変調することにより、n チャンネルの第 1 の信号光を生成する第 1 の信号光生成処理と、前記 n チャンネルの第 1 の信号光を x チャンネル ( $2 \leq x < n$ ) 毎にグループ化し、各グループ毎の

前記第 1 の信号光を合波して  $n/x$  系統の第 1 の合波信号光を生成する第 1 の合波信号光生成処理と、前記グループ毎の第 1 の信号光のうちの 1 つの信号光と同一波長の  $n/x$  系統の制御光を前記第 1 の合波信号光の光パワーのレベルに基づいたレベルで前記グループ毎に生成する制御光生成処理と、前記  $n/x$  系統の第 1 の合波信号光と前記  $n/x$  系統の制御光とを合波して第 2 の合波信号光を生成する第 2 の合波信号光生成処理と、前記第 2 の合波信号光を中継伝送路を介して伝送する伝送処理と、前記伝送された前記第 2 の合波信号光を前記各波長毎に分波して  $n$  チャンルの第 2 の信号光を生成する第 2 の信号光生成処理と、前記  $n$  チャンルの第 2 の信号光を受信して  $n$  チャンルの出力電気信号に復調する出力電気信号復調処理とを行い、前記第 2 の合波信号光の光パワーのレベルは、前記制御光生成処理で前記各グループ毎の信号光のチャンネルの増設に応じて前記制御光のパワーを調整することにより、前記中継伝送路における波長特性が平坦になるレベルに設定されていることを特徴としている。

【0012】

請求項 6 記載の発明は、請求項 4 又は 5 記載の WDM 伝送システムにおけるチャンネルの増設方法に係り、前記中継伝送路は、前記光合波器で生成された第 2 の合波信号光を増幅して伝送する EDFA を有することを特徴としている。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、この発明の実施の形態について説明する。

図 1 は、この発明の実施形態である WDM 伝送システムの構成図である。

この形態の WDM 伝送システムは、同図に示すように、光送信器  $11_1, 11_2, \dots, 11_{32}$ 、光合波器  $12_1, 12_2, \dots, 12_8$ 、光分岐器  $13_1, 13_2, \dots, 13_8$ 、受光部  $14_1, 14_2, \dots, 14_8$ 、レベル制御部  $15_1, 15_2, \dots, 15_8$ 、制御光発生部  $16_1, 16_2, \dots, 16_8$ 、光合波器 17、中継伝送路 18、光分波器 19、及び光受信器  $20_1, 20_2, \dots, 20_{32}$  を備えている。光送信器  $11_1, 11_2, \dots, 11_{32}$  は、例えば、変調器や電気信号/光信号変換器などで構成され、32 チャンルの入力電気信号  $i_1, i_2, \dots, i_{32}$  をそれぞれ入力し、異なる波長の 32 チャンルの搬送用の信号光を入力電気信号  $i_1, i_2, \dots$

、 $i_{32}$ でそれぞれ変調することにより、32チャンネルの第1の信号光 $E_1, E_2, \dots, E_{32}$ をそれぞれ生成する。これらの光送信器 $11_1, 11_2, \dots, 11_{32}$ で光送信器群が構成されている。

【0014】

光合波器 $12_1, 12_2, \dots, 12_8$ は、例えば、干渉膜フィルタや回折格子などで構成され、信号光 $E_1, E_2, \dots, E_{32}$ を例えば4チャンネル毎にグループ $GR_1, GR_2, \dots, GR_8$ 化し、各グループ $GR_1, GR_2, \dots, GR_8$ 毎の信号光を合波して8系統の第1の合波信号光 $F_1, F_2, \dots, F_8$ をそれぞれ生成する。これらの光合波器 $12_1, 12_2, \dots, 12_8$ で光合波器群が構成されている。

【0015】

光分岐器 $13_1, 13_2, \dots, 13_8$ は、例えば、ハーフミラーなどで構成され、合波信号光 $F_1, F_2, \dots, F_8$ を分岐して信号光 $G_1, G_2, \dots, G_8$ をそれぞれ出力する。受光部 $14_1, 14_2, \dots, 14_8$ は、例えば、ホトダイオードを用いた光信号／電気信号変換器などで構成され、信号光 $G_1, G_2, \dots, G_8$ を入力し、同信号光 $G_1, G_2, \dots, G_8$ のレベルに基づいて電気信号 $H_1, H_2, \dots, H_8$ を生成する。レベル制御部 $15_1, 15_2, \dots, 15_8$ は、電気信号 $H_1, H_2, \dots, H_8$ を入力し、同電気信号 $H_1, H_2, \dots, H_8$ に対して相補的なレベルで制御信号 $I_1, I_2, \dots, I_8$ を生成する。

【0016】

制御光発生部 $16_1, 16_2, \dots, 16_8$ は、例えば、電気信号／光信号変換器などで構成され、制御信号 $I_1, I_2, \dots, I_8$ を入力し、各グループ $GR_1, GR_2, \dots, GR_8$ 毎の信号光のうちの1つの信号光と同一波長の8系統の制御光 $J_1, J_2, \dots, J_8$ を制御信号 $I_1, I_2, \dots, I_8$ のレベルに基づいたレベル、すなわち、前記第1の合波信号光 $F_1, F_2, \dots, F_8$ の光パワーのレベルに基づいたレベルでグループ $GR_1, GR_2, \dots, GR_8$ 毎に生成する。制御光 $J_1, J_2, \dots, J_8$ は、例えば、CW (Continuous Wave、連続波) 光として生成され、情報が含まれていない。これらの光分岐器 $13_1, 13_2, \dots, 13_8$ 、受光部 $14_1, 14_2, \dots, 14_8$ 、レベル制御部 $15_1, 15_2, \dots, 15_8$ 、

及び制御光発生部  $16_1, 16_2, \dots, 16_8$  で制御光生成部群が構成されている。

【0017】

光合波器 17 は、例えば、干渉膜フィルタや回折格子などで構成され、合波信号光  $F_1, F_2, \dots, F_8$  と制御光  $J_1, J_2, \dots, J_8$  とを合波して第 2 の合波信号光  $K$  を生成する。中継伝送路 18 は、光ファイバ・ケーブル  $18a$  及び EDFA  $18b_1, 18b_2, \dots, 18b_m$  (但し、 $m$ ; 整数) で構成され、合波信号光  $K$  を伝送する。光分波器 19 は、例えば、干渉膜フィルタや回折格子などで構成され、中継伝送路 18 を介して伝送された合波信号光  $K$  を各波長毎に分波して 32 チャンネルの第 2 の信号光  $L_1, L_2, \dots, L_{32}$  を生成する。光受信器  $20_1, 20_2, \dots, 20_{32}$  は、例えば、光信号/電気信号変換器や復調器などで構成され、信号光  $L_1, L_2, \dots, L_{32}$  を受信して 32 チャンネルの出力電気信号  $V_1, V_2, \dots, V_{32}$  に復調する。これらの光受信器  $20_1, 20_2, \dots, 20_{32}$  で光受信器群が構成されている。

【0018】

図 2、図 3、図 4、図 5、図 6、図 7、図 8、及び図 9 は、この形態の WDM 伝送システムにおけるチャンネルの増設方法を説明するための各部の信号光のスペクトル図であり、縦軸に光パワーのレベル、及び横軸に波長がとられている。これらの図を参照して、図 1 の WDM 伝送システムにおけるチャンネルの増設方法の処理内容を説明する。

入力電気信号  $i_1, i_2, \dots, i_{32}$  は、光送信器  $11_1, 11_2, \dots, 11_{32}$  にそれぞれ入力され、異なる波長の 32 チャンネルの搬送用の信号光が同入力電気信号  $i_1, i_2, \dots, i_{32}$  でそれぞれ変調され、信号光  $E_1, E_2, \dots, E_{32}$  が生成される (第 1 の信号光生成処理)。信号光  $E_1, E_2, \dots, E_{32}$  は、4 チャンネル毎にグループ  $GR_1, GR_2, \dots, GR_8$  化されて光合波器  $12_1, 12_2, \dots, 12_8$  にそれぞれ入力されて合波され、同光合波器  $12_1, 12_2, \dots, 12_8$  で合波信号光  $F_1, F_2, \dots, F_8$  がそれぞれ生成される (第 1 の合波信号光生成処理)。

【0019】

合波信号光  $F_1, F_2, \dots, F_8$  は、光分岐器  $13_1, 13_2, \dots, 13_8$  でそれぞれ分岐され、同光分岐器  $13_1, 13_2, \dots, 13_8$  から信号光  $G_1, G_2, \dots, G_8$  がそれぞれ出力される。信号光  $G_1, G_2, \dots, G_8$  は、受光部  $14_1, 14_2, \dots, 14_8$  にそれぞれ入力され、同信号光  $G_1, G_2, \dots, G_8$  のレベルに基づいた電気信号  $H_1, H_2, \dots, H_8$  が同受光部  $14_1, 14_2, \dots, 14_8$  からそれぞれ出力される。電気信号  $H_1, H_2, \dots, H_8$  は、レベル制御部  $15_1, 15_2, \dots, 15_8$  にそれぞれ入力され、同レベル制御部  $15_1, 15_2, \dots, 15_8$  から同電気信号  $H_1, H_2, \dots, H_8$  に対して相補的なレベルで制御信号  $I_1, I_2, \dots, I_8$  がそれぞれ出力される。

【0020】

制御信号  $I_1, I_2, \dots, I_8$  は、制御光発生部  $16_1, 16_2, \dots, 16_8$  に入力され、各グループ  $GR_1, GR_2, \dots, GR_8$  毎の4チャンネルの信号光のうちの最後に入力される予定の信号光と同一波長の制御光  $J_1, J_2, \dots, J_8$  が制御信号  $I_1, I_2, \dots, I_8$  のレベルに基づいたレベルで制御光発生部  $16_1, 16_2, \dots, 16_8$  でそれぞれ生成される（制御光生成処理）。

【0021】

制御光  $J_1, J_2, \dots, J_8$  と合波信号光  $F_1, F_2, \dots, F_8$  とは、光合波器  $17$  で合波され、同光合波器  $17$  から合波信号光  $K$  が出力される。この場合、合波信号光  $K$  の光パワーのレベルは、前記制御光生成部群（すなわち、光分岐器  $13_1, 13_2, \dots, 13_8$ 、受光部  $14_1, 14_2, \dots, 14_8$ 、レベル制御部  $15_1, 15_2, \dots, 15_8$ 、及び制御光発生部  $16_1, 16_2, \dots, 16_8$ ）で各グループ  $GR_1, GR_2, \dots, GR_8$  毎の信号光の光パワーのレベルに対して相補的なレベルで制御光  $J_1, J_2, \dots, J_8$  のパワーを調整することにより、中継伝送路  $18$  における波長特性が平坦になるように一定のレベルに設定されている（第2の合波信号光生成処理）。

【0022】

例えば、入力電気信号  $i_1, i_2, \dots, i_{32}$  が全て入力されていない状態において、各グループ  $GR_1, GR_2, \dots, GR_8$  の制御光  $J_1, J_2, \dots, J_8$  のパワーは、信号光  $E_1, E_2, \dots, E_{32}$  の予め設定されたレベル（このレベ

ルを0 dBとする)の4倍(すなわち、6 dB)に設定される。次に、入力電気信号*i*<sub>4</sub>が光送信器11<sub>4</sub>に入力されて同光送信器11<sub>4</sub>から信号光E<sub>4</sub>が出力されたとき、図2に示すように、グループGR1において、制御光J1の0.8 nm長波長側に同信号光E<sub>4</sub>が挿入されると共に、制御光J1のレベルが3倍(すなわち、4.8 dB)に低下する。

## 【0023】

同様に、入力電気信号*i*<sub>28</sub>, *i*<sub>20</sub>, *i*<sub>12</sub>, *i*<sub>8</sub>, *i*<sub>16</sub>, *i*<sub>24</sub>, *i*<sub>32</sub>が光送信器11<sub>28</sub>, 11<sub>20</sub>, 11<sub>12</sub>, 11<sub>8</sub>, 11<sub>16</sub>, 11<sub>24</sub>, 11<sub>32</sub>にそれぞれ入力されて同光送信器11<sub>28</sub>, 11<sub>20</sub>, 11<sub>12</sub>, 11<sub>8</sub>, 11<sub>16</sub>, 11<sub>24</sub>, 11<sub>32</sub>から信号光E<sub>28</sub>, E<sub>20</sub>, E<sub>12</sub>, E<sub>8</sub>, E<sub>16</sub>, E<sub>24</sub>, E<sub>32</sub>が出力されたとき、図3に示すように、グループGR7, GR5, GR3, GR2, GR4, GR6, GR8において、制御光J7, J5, J3, J2, J4, J6, J8の0.8 nm長波長側に同信号光E<sub>28</sub>, E<sub>20</sub>, E<sub>12</sub>, E<sub>8</sub>, E<sub>16</sub>, E<sub>24</sub>, E<sub>32</sub>がそれぞれ挿入されると共に、制御光J7, J5, J3, J2, J4, J6, J8のレベルが3倍(すなわち、4.8 dB)に低下する。

## 【0024】

次に、入力電気信号*i*<sub>3</sub>が光送信器11<sub>3</sub>に入力されて同光送信器11<sub>3</sub>から信号光E<sub>3</sub>が出力されたとき、図4に示すように、グループGR1において、制御光J1の0.4 nm長波長側に同信号光E<sub>3</sub>が挿入されると共に、制御光J1のレベルが2倍(すなわち、3 dB)に低下する。

## 【0025】

同様に、入力電気信号*i*<sub>27</sub>, *i*<sub>19</sub>, *i*<sub>11</sub>, *i*<sub>7</sub>, *i*<sub>15</sub>, *i*<sub>23</sub>, *i*<sub>31</sub>が光送信器11<sub>27</sub>, 11<sub>19</sub>, 11<sub>11</sub>, 11<sub>7</sub>, 11<sub>15</sub>, 11<sub>23</sub>, 11<sub>31</sub>にそれぞれ入力されて同光送信器11<sub>27</sub>, 11<sub>19</sub>, 11<sub>11</sub>, 11<sub>7</sub>, 11<sub>15</sub>, 11<sub>23</sub>, 11<sub>31</sub>から信号光E<sub>27</sub>, E<sub>19</sub>, E<sub>11</sub>, E<sub>7</sub>, E<sub>15</sub>, E<sub>23</sub>, E<sub>31</sub>が出力されたとき、図5に示すように、グループGR7, GR5, GR3, GR2, GR4, GR6, GR8において、制御光J7, J5, J3, J2, J4, J6, J8の0.4 nm長波長側に同信号光E<sub>27</sub>, E<sub>19</sub>, E<sub>11</sub>, E<sub>7</sub>, E<sub>15</sub>, E<sub>23</sub>, E<sub>31</sub>がそれぞれ挿入されると共に、制御光J7, J5, J3, J2

J 4, J 6, J 8 のレベルが 2 倍 (すなわち、3 d B) に低下する。

【 0 0 2 6 】

次に、入力電気信号  $i_{11}$  が光送信器  $11_1$  に入力されて同光送信器  $11_1$  から信号光  $E_{11}$  が出力されたとき、図 6 に示すように、グループ GR 1 において、制御光 J 1 の 0.4 nm 短波長側に同信号光  $E_{11}$  が挿入されると共に、制御光 J 1 のレベルが 1 倍 (すなわち、0 d B) に低下する。

【 0 0 2 7 】

同様に、入力電気信号  $i_{25}$ ,  $i_{17}$ ,  $i_9$ ,  $i_5$ ,  $i_{13}$ ,  $i_{21}$ ,  $i_{29}$  が光送信器  $11_{25}$ ,  $11_{17}$ ,  $11_9$ ,  $11_5$ ,  $11_{13}$ ,  $11_{21}$ ,  $11_{29}$  にそれぞれ入力されて同光送信器  $11_{25}$ ,  $11_{17}$ ,  $11_9$ ,  $11_5$ ,  $11_{13}$ ,  $11_{21}$ ,  $11_{29}$  から信号光  $E_{25}$ ,  $E_{17}$ ,  $E_9$ ,  $E_5$ ,  $E_{13}$ ,  $E_{21}$ ,  $E_{29}$  が出力されたとき、図 7 に示すように、グループ GR 7, GR 5, GR 3, GR 2, GR 4, GR 6, GR 8 において、制御光 J 7, J 5, J 3, J 2, J 4, J 6, J 8 の 0.4 nm 短波長側に同信号光  $E_{25}$ ,  $E_{17}$ ,  $E_9$ ,  $E_5$ ,  $E_{13}$ ,  $E_{21}$ ,  $E_{29}$  がそれぞれ挿入されると共に、制御光 J 7, J 5, J 3, J 2, J 4, J 6, J 8 のレベルが 1 倍 (すなわち、0 d B) に低下する。

【 0 0 2 8 】

次に、入力電気信号  $i_2$  が光送信器  $11_2$  に入力されて同光送信器  $11_2$  から信号光  $E_2$  が出力されたとき、図 8 に示すように、グループ GR 1 において、制御光 J 1 に代えて、同信号光  $E_2$  が挿入されると共に、同制御光 J 1 がオフ状態になる。

【 0 0 2 9 】

同様に、入力電気信号  $i_{26}$ ,  $i_{18}$ ,  $i_{10}$ ,  $i_6$ ,  $i_{14}$ ,  $i_{22}$ ,  $i_{30}$  が光送信器  $11_{26}$ ,  $11_{18}$ ,  $11_{10}$ ,  $11_6$ ,  $11_{14}$ ,  $11_{22}$ ,  $11_{30}$  にそれぞれ入力されて同光送信器  $11_{26}$ ,  $11_{18}$ ,  $11_{10}$ ,  $11_6$ ,  $11_{14}$ ,  $11_{22}$ ,  $11_{30}$  から信号光  $E_{26}$ ,  $E_{18}$ ,  $E_{10}$ ,  $E_6$ ,  $E_{14}$ ,  $E_{22}$ ,  $E_{30}$  が出力されたとき、図 9 に示すように、グループ GR 7, GR 5, GR 3, GR 2, GR 4, GR 6, GR 8 において、制御光 J 7, J 5, J 3, J 2, J 4, J 6, J 8 に代えて、同信号光  $E_{26}$ ,  $E_{18}$ ,  $E_{10}$ ,  $E_6$ ,  $E_{14}$ ,  $E_{22}$ ,  $E_{30}$

30が挿入されると共に、同制御光J7, J5, J3, J2, J4, J6, J8がオフ状態になる。

【0030】

合波信号光Kは、中継伝送路18を介して伝送される(伝送処理)。中継伝送路18を介して伝送された合波信号光Kは、光分波器19に入力されて各波長毎に分波され、同光分波器19で信号光L1, L2, ..., L32が生成される(第2の信号光生成処理)。信号光L1, L2, ..., L32は、光受信器20<sub>1</sub>, 20<sub>2</sub>, ..., 20<sub>32</sub>で受信されて復調され、同光受信器20<sub>1</sub>, 20<sub>2</sub>, ..., 20<sub>32</sub>から出力電気信号V1, V2, ..., V32が出力される(出力電気信号復調処理)。

【0031】

以上のように、この実施形態では、合波信号光Kの光パワーのレベルは、制御光生成部群(すなわち、光分岐器13<sub>1</sub>, 13<sub>2</sub>, ..., 13<sub>8</sub>、受光部14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub>, ..., 14<sub>8</sub>、レベル制御部15<sub>1</sub>, 15<sub>2</sub>, ..., 15<sub>8</sub>、及び制御光発生部16<sub>1</sub>, 16<sub>2</sub>, ..., 16<sub>8</sub>)で各グループGR1, GR2, ..., GR8毎の信号光の光パワーのレベルに対して相補的なレベルで制御光J1, J2, ..., J8のパワーを調整することにより、中継伝送路18における波長特性が平坦になるように一定のレベルに設定されている。そのため、入力電気信号i1, i2, ..., i32のチャンネル数が必要最小限のチャンネル数から加入者の増加や需要に応じて漸次増加しても、合波信号光Kの光パワーのレベルが中継伝送路18に対して最適なレベルに維持され、合波信号光Kに含まれる信号光L1, L2, ..., L32が一定のレベルに保たれ、出力電気信号V1, V2, ..., V32が安定して出力されると共に、入力電気信号i1, i2, ..., i32のチャンネル数の増設が円滑に行われる。

【0032】

以上、この発明の実施形態を図面により詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計の変更等があってもこの発明に含まれる。例えば、入力電気信号i1, i2, ..., i32のチャンネル数は、32チャンネルに限らず任意数で良い。また、各グループG



R1, GR2, ..., GR8内の信号光のチャンネル数は、4チャンネル以上の任意数で良い。また、実施形態では、各グループGR1, GR2, ..., GR8毎に信号光のチャンネル数が漸次増加する例が示されているが、グループGR1, GR2, ..., GR8のうちの特定のグループ内で全ての信号光を挿入し、その後、他のグループ内で信号光を挿入しても良い。また、制御光J1, J2, ..., J8は、CW光の他、E1, E2, ..., E32の平均の光パワーを有する光でも良い。

【0033】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明の構成によれば、第2の合波信号光の光パワーのレベルは、制御光生成部群で各グループ毎の信号光の光パワーのレベルに対して相補的なレベルで各制御光のパワーを調整することにより、中継伝送路における波長特性が平坦になるように一定のレベルに設定されている。そのため、入力電気信号のチャンネル数が必要最小限のチャンネル数から加入者の増加や需要に応じて漸次増加しても、同第2の合波信号光の光パワーのレベルが同中継伝送路に対して最適なレベルに維持され、同第2の合波信号光に含まれる第1の信号光を一定のレベルに保つことができ、各出力電気信号を安定して出力できると共に、同入力電気信号のチャンネル数の増設を円滑に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

この発明の実施形態であるWDM伝送システムの構成図である。

【図2】

実施形態のWDM伝送システムにおけるチャンネルの増設方法を説明するための各部の信号光のスペクトル図である。

【図3】

実施形態のWDM伝送システムにおけるチャンネルの増設方法を説明するための各部の信号光のスペクトル図である。

【図4】

実施形態のWDM伝送システムにおけるチャンネルの増設方法を説明するための各部の信号光のスペクトル図である。

【図 5】

実施形態のWDM伝送システムにおけるチャンネルの増設方法を説明するための各部の信号光のスペクトル図である。

【図 6】

実施形態のWDM伝送システムにおけるチャンネルの増設方法を説明するための各部の信号光のスペクトル図である。

【図 7】

実施形態のWDM伝送システムにおけるチャンネルの増設方法を説明するための各部の信号光のスペクトル図である。

【図 8】

実施形態のWDM伝送システムにおけるチャンネルの増設方法を説明するための各部の信号光のスペクトル図である。

【図 9】

実施形態のWDM伝送システムにおけるチャンネルの増設方法を説明するための各部の信号光のスペクトル図である。

【図 10】

従来のWDM伝送システムの構成図である。

【符号の説明】

1 1 <sub>1</sub> , 1 1 <sub>2</sub> , ..., 1 1 <sub>32</sub>	光送信器 (光送信器群)
1 2 <sub>1</sub> , 1 2 <sub>2</sub> , ..., 1 2 <sub>8</sub>	光合波器 (光合波器群)
1 3 <sub>1</sub> , 1 3 <sub>2</sub> , ..., 1 3 <sub>8</sub>	光分岐器 (制御光生成部群)
1 4 <sub>1</sub> , 1 4 <sub>2</sub> , ..., 1 4 <sub>8</sub>	受光部 (制御光生成部群)
1 5 <sub>1</sub> , 1 5 <sub>2</sub> , ..., 1 5 <sub>8</sub>	レベル制御部 (制御光生成部群)
1 6 <sub>1</sub> , 1 6 <sub>2</sub> , ..., 1 6 <sub>8</sub>	制御光発生部 (制御光生成部群)
1 7	光合波器
1 8	中継伝送路
1 8 a	光ファイバ・ケーブル
1 8 b 1, 1 8 b 2, ..., 1 8 b m	EDFA (エルビウム・ドープト・ファイバ増幅器)

19

光分波器

20<sub>1</sub>, 20<sub>2</sub>, ..., 20<sub>32</sub>

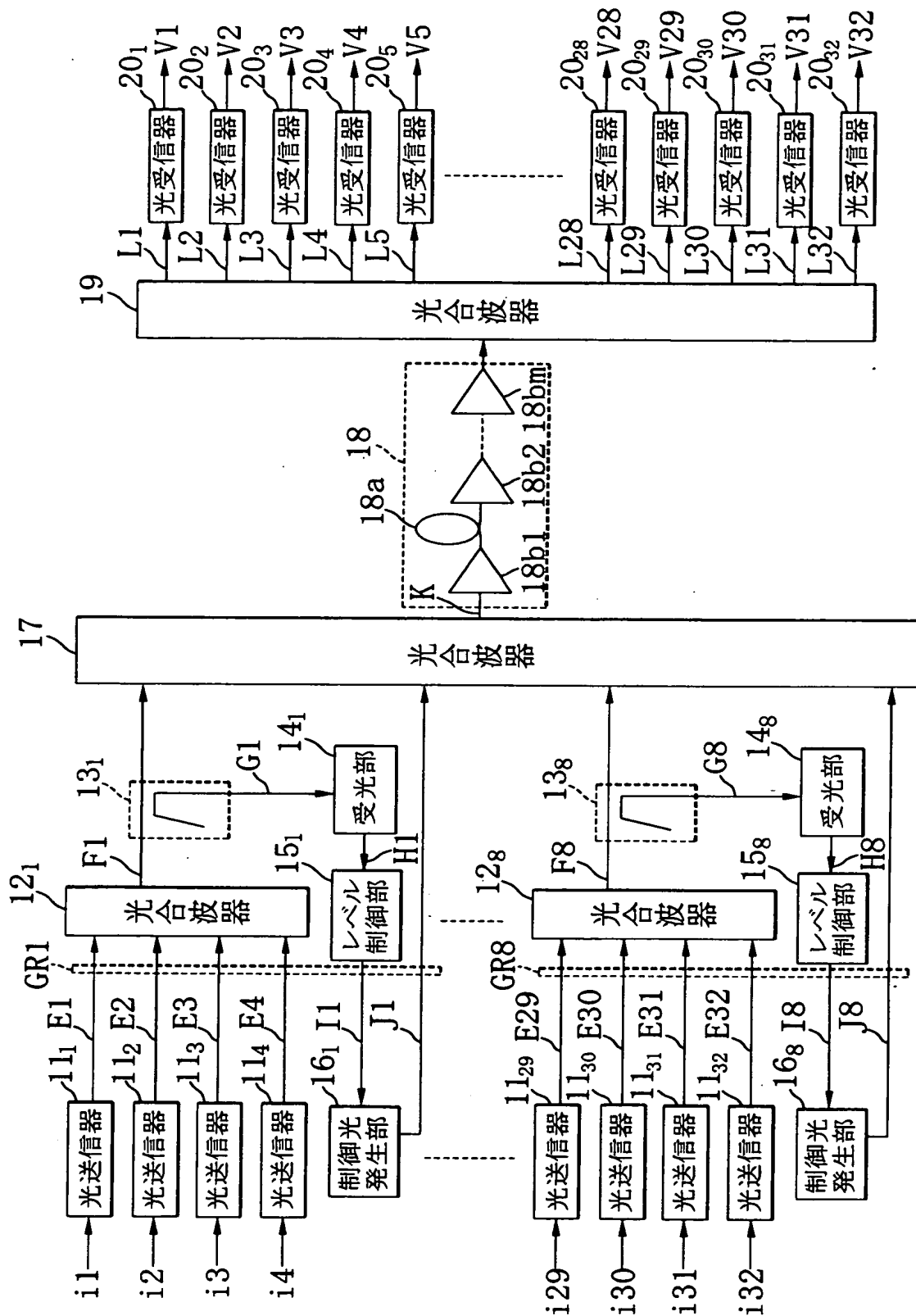
光受信器 (光受信器群)

GR1, GR2, ..., GR8

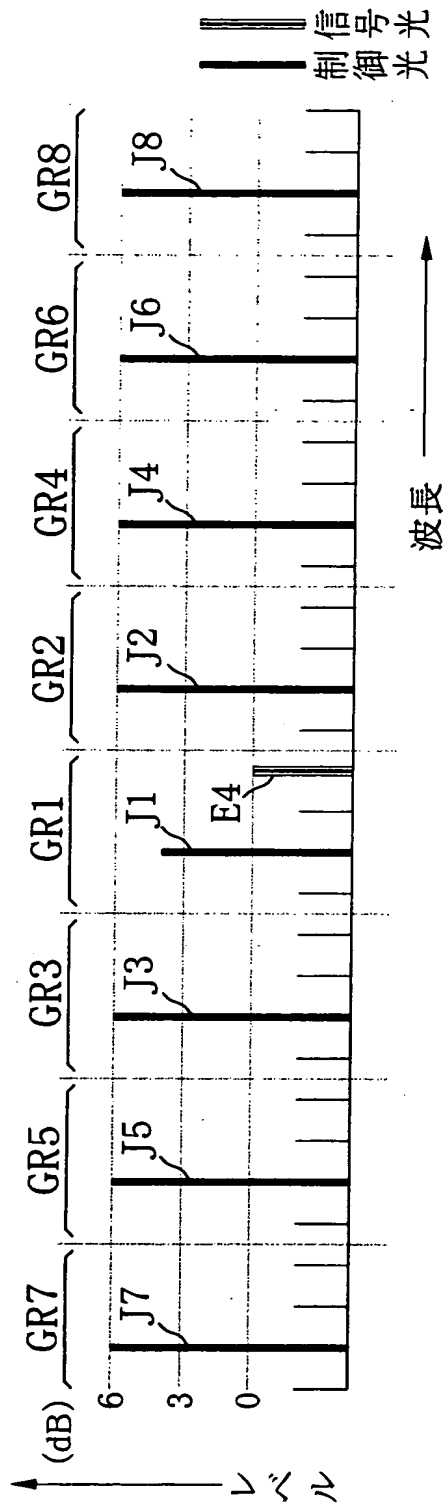
グループ

【書類名】 図面

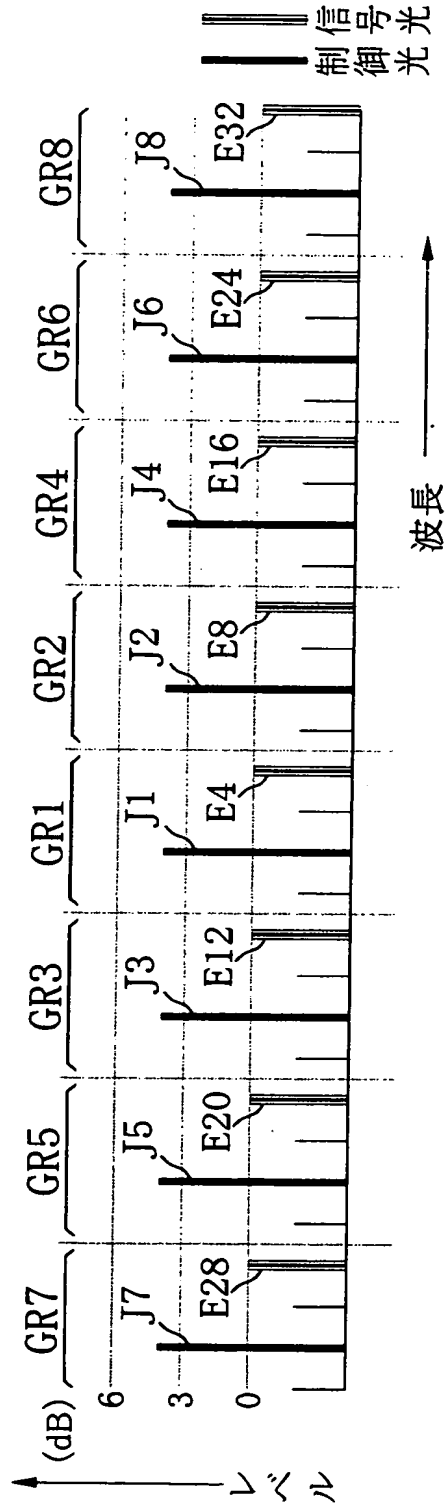
【図 1】



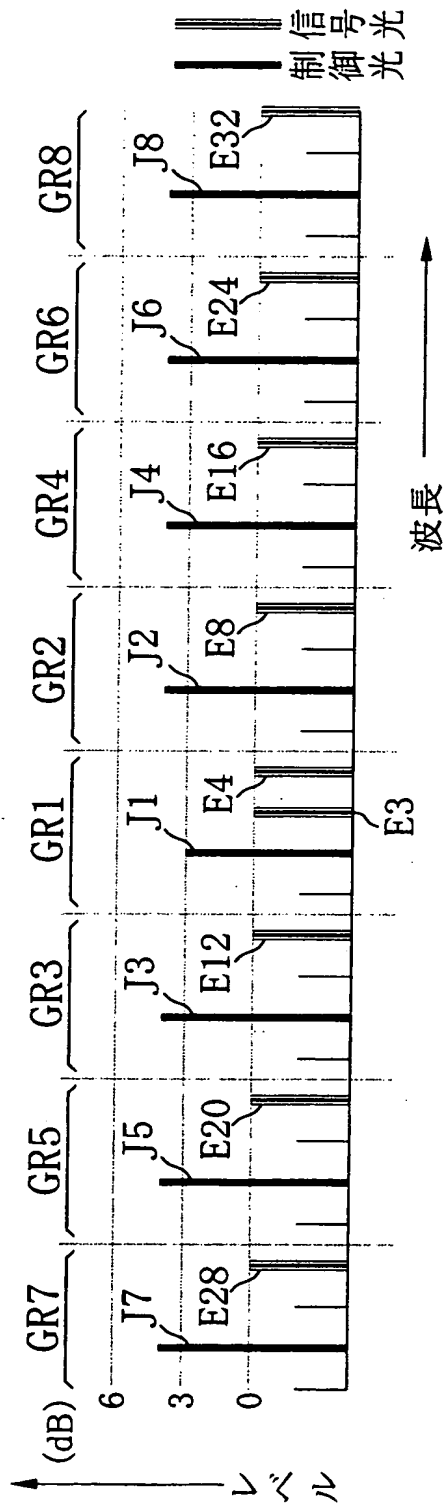
【图 2】



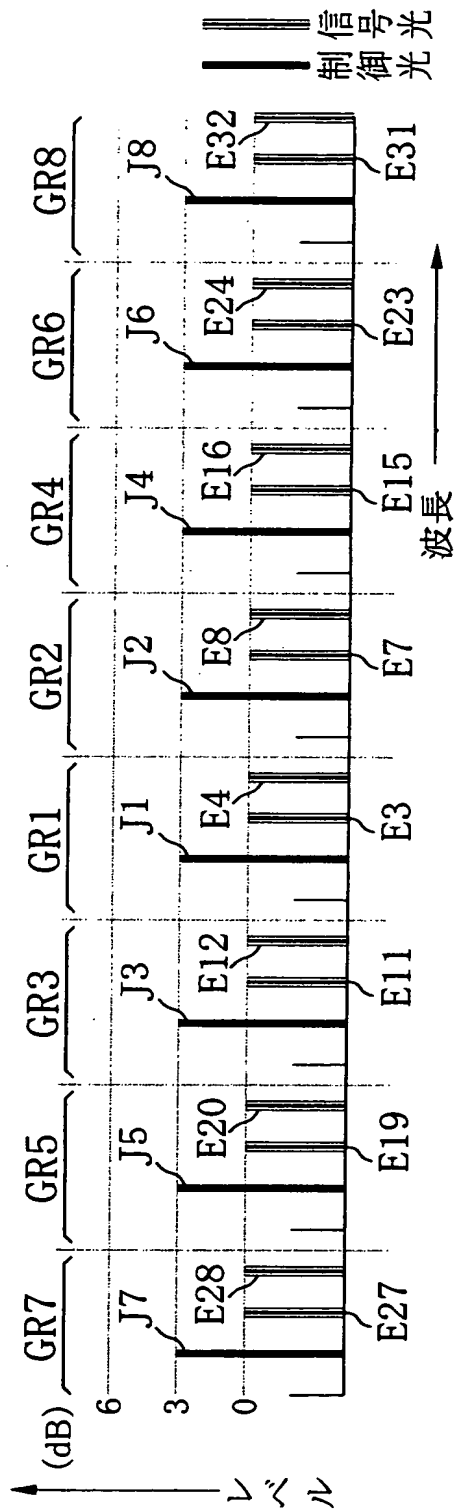
【図 3】



【図4】

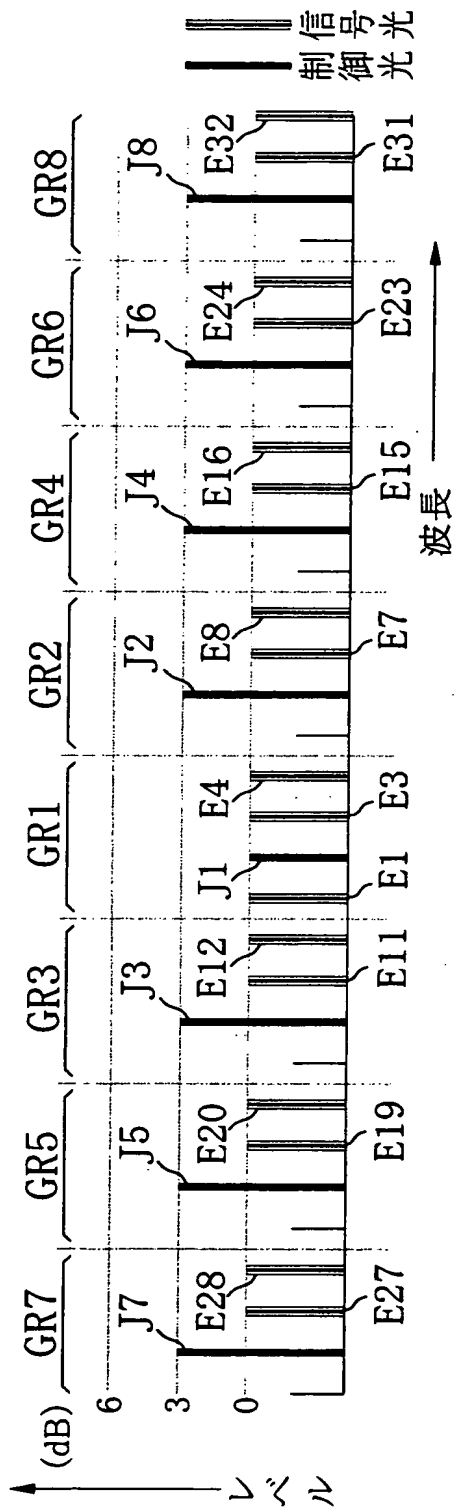


【图 5】





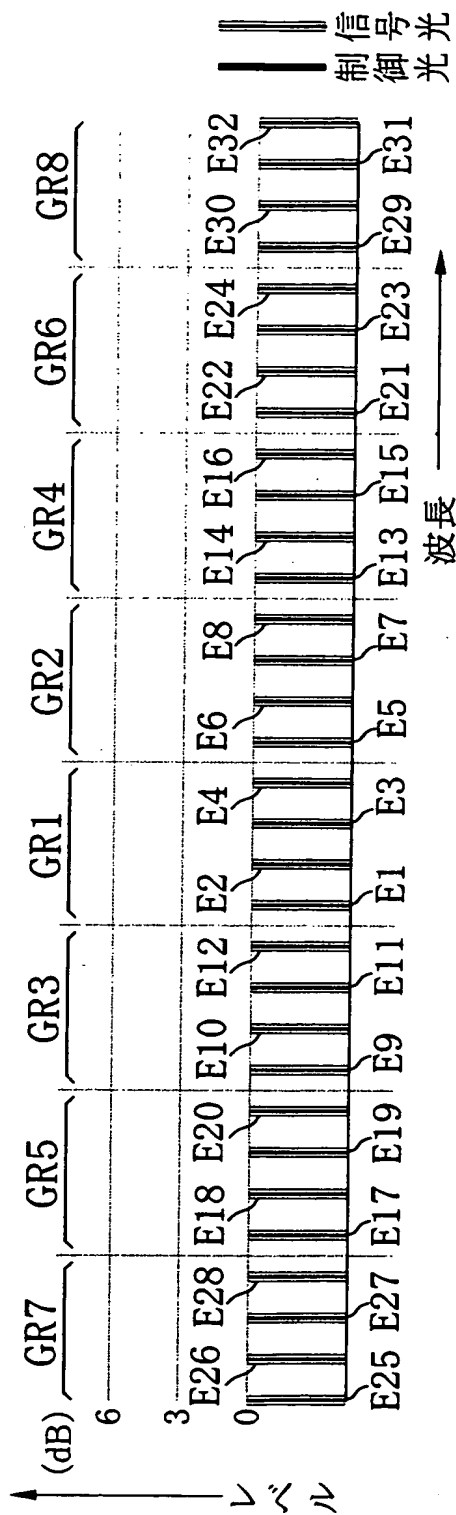
【図6】



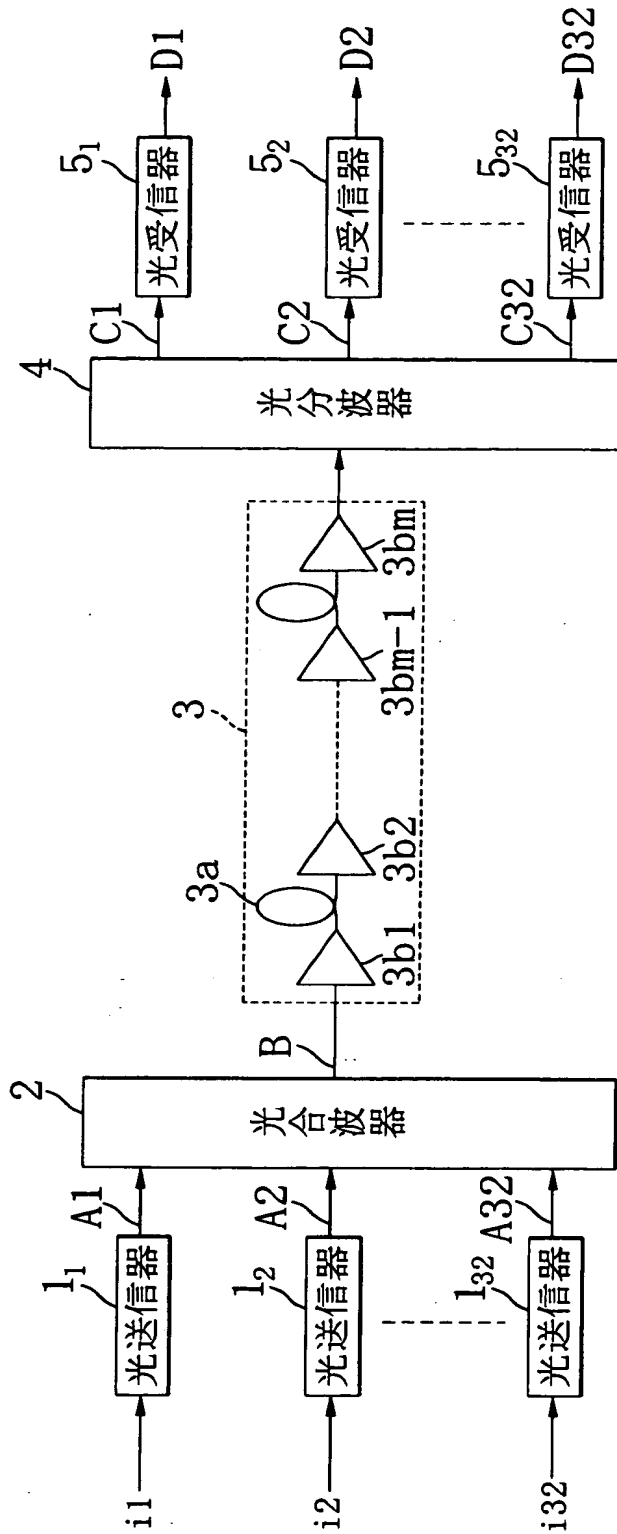




【図9】



【图 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 波長の異なる複数の光信号を合波しても、出力側のレベルが波長の影響を受けない波長分割多重伝送システムを提供する。

【解決手段】 制御光  $J_1, J_2, \dots, J_8$  と合波信号光  $F_1, F_2, \dots, F_8$  とは、光合波器 17 で合波され、合波信号光  $K$  が出力される。このとき、合波信号光  $K$  の光パワーのレベルは、光分岐器  $13_1, 13_2, \dots, 13_8$ 、受光部  $14_1, 14_2, \dots, 14_8$ 、レベル制御部  $15_1, 15_2, \dots, 15_8$ 、及び制御光発生部  $16_1, 16_2, \dots, 16_8$  で各グループ  $GR_1, GR_2, \dots, GR_8$  毎の信号光の光パワーのレベルに対して相補的なレベルで制御光  $J_1, J_2, \dots, J_8$  のパワーを調整することにより、中継伝送路 18 における波長特性が平坦になるように一定のレベルに設定されている。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日 1990年 8月29日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都港区芝五丁目7番1号  
氏 名 日本電気株式会社